

מבחן בפיסיקה מודרנית (86-170-01), מועד א' 2013

משך המבחן: שלוש שעות
חומר עזר: מחברות, דפי תרגיל ומחשבוני.

(32%) (1)

- מכונית ספורט נוסעת ימינה (במקביל לציר x) במהירות u גבוהה מאד. ב- $t = t' = 0$ היא חולפת על פני בניין בגובה h הממוקם ב- $x = 0$ (כאשר x, t נמדדים ע"י דיירי הבניין, ו- x', t' ע"י נהג המכונית; גודל המכונית ורוחב הבניין זניחים). באותו רגע ($t = 0$), נשלח גל רדיו A מהטלפון של נהג המכונית אנכית למעלה, הפוגע באנטנה סלולרית על גג הבניין ב- $t = t_1$. מייד עם קליטתו באנטנה, היא משדרת גל רדיו B בכיוון אלכסוני ימינה-למטה, הנקלט במכונית בזמן $t = t_2$ כאשר היא מגיעה לנקודה $x = d$.
- א. מצאו ביטויים לזמני אירוע הפגיעה באנטנה של גל A /שידור גל B (t_1) ואירוע הקליטה של גל B במכונית (t_2) במונחי d, h, u ו- c , וקבלו קשר בין היחס h/d ליחס u/c כך שהקליטה של גל B במכונית אכן מתרחשת.
- ב. מצאו ביטויים לזמני שני האירועים הנ"ל (t'_1, t'_2) כפי שנמדדו ע"י נהג המכונית, ומכאן את זמני המסע של כל אחד מהגלים במערכת זו ($\Delta t'_A, \Delta t'_B$).
- ג. מצאו ביטויים לווקטורי המהירויות של גל A וגל B כפי שנצפו במערכת המכונית. מה הקשר בין הרכיבים האופקיים של שתי המהירויות?
- ד. חשבו את המרחק האופקי שעברו גל A וגל B במערכת המכונית ($\Delta x'_A, \Delta x'_B$) ישירות מטרנספורמציות לורנץ, ובדקו שהתוצאה מתיישבת עם תוצאות סעיפים ב' ו-ג'.

(36%) (2)

- פוזיטרון הנצרך במנוחה במאיץ חלקיקים מואץ למהירות גבוהה ע"י מתח חשמלי של 1.0125 MV ($10^6 = 1 \text{ MV}$ וולט).
- א. חשבו את הפקטור היחסותי של הפוזיטרון המואץ (γ), ומכאן את מהירותו v (מבוסאת כשבר של מהירות האור).
- ב. הפוזיטרון מתנגש חזיתית באלקטרון הנע לעברו במהירות $-v$. כתוצאה מההתנגשות, הזוג מתאיין ונפלטים שני פוטונים זהים שכיוון תנועתם מאונך לכיוון התנועה של החלקיקים המקוריים. חשבו את תדירות הפוטונים.
- ג. חזרו על החישוב עבור תהליך שבו הפוזיטרון פוגע באלקטרון במנוחה. הראו שבמקרה זה כיוון התנועה של הפוטונים נוטה בזווית θ יחסית לכיוון התנועה המקורי של הפוזיטרון, וחשבו אותה.

$$\text{היעזרו בנתונים הבאים: } m_e = 0.9 \cdot 10^{-30} \text{ Kg}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \times \text{sec}, c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

(3) (32%)

ניטרון (n) במצב מנוחה ביחס למעבדה מתפרק בדעיכת β לפרוטון (p) במנוחה, אלקטרון (e) ונוטרינו (ν). מהירות האלקטרון הנפלט בתהליך היא $u = \alpha c$ ($\alpha < 1$), ונגדיר פרמטר

(חיובי) $\Delta \equiv \frac{m_n - m_p}{m_e}$ כאשר m_p, m_n הן מסות הניטרון והפרוטון בהתאמה.

א. מצאו ביטויים לתנע והאנרגיה (הכוללת) של הנוטרינו, ומכאן למסת המנוחה שלו m_ν .

במונחי α, c, m_e ו- Δ .

ב. חזרו על החישוב במערכת המנוחה של האלקטרון.

בהצלחה! ☺